

Análisis de datos en el cuidado de *Elaeis guineensis* (palma africana) en Colombia, Ecuador y Perú

Data analysis in the care of *Elaeis guineensis* (african palm) in Colombia, Ecuador and Peru

Jesús Ramón Jaimes Becerra¹, Evelyn Karina Tinoco Diaz², Idilia Fernanda Bravo Bravo², Julio Cesar Caicedo Aldaz², Jimena Alexandra Campaña Chaglla^{1,4}, Natali Yormeri Pérez Rivas³

¹Universidad de Zaragoza, España. ²Universidad Técnica Luis Vargas Torres, Ecuador. ³Universidad de Los Andes, Venezuela.

⁴Universidad Regional Amazónica "IKIAM". Autor de correspondencia: 808022@unizar.es

Recibido: 12/12/2021. Aceptado: 20/06/2023
Publicado el 30 de junio de 2023

Resumen

El presente artículo analiza de forma comparativa como la disponibilidad o no de datos sobre las plantaciones, a través de registros nacionales actualizados, pueden llegar a afectar el incremento o disminución de la producción de aceite de palma, un derivado de la *Elaeis guineensis*. Para lo cual se realiza un análisis correlacional entre las variaciones presentadas en la producción de aceite de palma de Ecuador, Colombia y Perú, durante los últimos 20 años, para descubrir si existe o no correlación, con el fin de determinar si los países vecinos se ven afectados por la pudrición del cogollo y otras plagas de la palma de aceite de la misma forma que el Ecuador. Se usan los programas Excel en su versión más reciente 2020 y Eviews 6.0 con el fin de realizar la correlación y la correlación regresiva de la producción de aceite de palma de estos tres países, encontrándose que a pesar de la cercanía geográfica en sus plantaciones no existe correlación entre la tasa de crecimiento de los países. Lo que lleva a concluir que sería conveniente la implementación de un sistema moderno nacional de análisis de datos, comenzando por un registro nacional para productores de palma en el Ecuador, ya que las caídas en la producción de palma siempre han sido mayores que en Colombia y Perú, que sí poseen un sistema de registro o plan nacional para su desarrollo.

Palabras clave: aceite de palma, organización centralizada, producción nacional, agricultura, niveles de exportación.

Abstract

This article analyzes in a comparative way how the availability or not of data on plantations, through updated national records, can affect the increase or decrease in the production of palm oil, a derivative of *Elaeis guineensis*. For which a correlational analysis is carried out between the variations presented in the production of palm oil in Ecuador, Colombia and Peru, during the last 20 years, to discover if there are connections or not, in order to determine if the neighboring countries are They are affected by bud rot and other oil palm pests in the same way as Ecuador. The Excel programs in their most recent version 2020 and Eviews 6.0 are used in order to make the connection and the regressive connection of the palm oil production of these three countries, finding that despite the geographical proximity in their plantations there is no between the growth rate of the countries. Which leads to the conclusion that it would be convenient to implement modern data analysis system, starting with a national registry for palm producers in Ecuador, since the falls in palm production have always been greater than in Colombia and Peru, which it does have a registration system or national plan for its development.

Keywords: palm oil, centralized organization, national production, agriculture, export levels.

Introducción

Al hacer referencia a la palma aceitera, es importante destacar que existen dos tipos, los cuales son *Elaeis guineensis* y *Elaeis oleifera*. La primera especie es originaria de África, por lo cual es llamada comúnmente como palma africana, mientras que la segunda es nativa del continente americano; la mayoría de las plantaciones comerciales en el mundo están sembradas con material africano (Zambrano-Marcillo y otros, 2022). En Ecuador, el rubro de *Elaeis guineensis* es considerado de alta importancia económica para el sector agropecuario, por su capacidad productiva en materia prima, aceites, grasas comestibles y biocombustibles; es así como para el año 2016 se exportaron 274 mil toneladas de aceite de crudo que significó un total de más de 200 millones de dólares en ingresos para el país (El Universo, 2019).

Sin embargo, los niveles de exportación de aceite de palma comenzaron a caer en el año 2017, ubicándose en abril de 2019 en 56,828 toneladas para el primer cuatrimestre de 2019, ya que los agricultores comenzaron a perder sus plantaciones debido a la pudrición del cogollo PC (El Universo, 2019). Pero en 2020, Ecuador con un total de 540 mil toneladas producidas, se ubicó como el décimo productor de aceite de palma a nivel mundial y tercero en Suramérica, superado por Colombia (4to a nivel mundial y 1ro en Suramérica) y Brasil (9no a nivel mundial y 2do en Suramérica) (USDA, 2021). Estos datos, analizados individualmente, no permiten saber si el país responde de forma correcta a males que afectan a *Elaeis guineensis*, tales como la pudrición del cogollo (PC).

Con el incremento de la población mundial y la demanda de nuevos productos, una de las estrategias de más reciente aplicación es el uso de datos masivos para la optimización de la agricultura (Anda Ugarte y otros, 2019), esta estrategia consiste en recopilar toda la información posible, utilizar métodos estadísticos, tales como el análisis de regresión o el análisis de varianza y poder identificar factores que antes pasaban desapercibidos o no eran estimados con precisión. (Flores Kanter, 2019).

Este tipo de técnicas de análisis de datos, van más allá de sólo reunir la información histórica de la producción de un lugar determinado, se trata de proveer un nivel de procesamiento de la información que antes era imposible debido a las limitaciones tecnológicas, y mediante el procesamiento de la información identificar las prácticas más adecuadas para la producción de una especie o múltiples especies de plantas en diferentes lugares (Bronson & Knezevic, 2016), y así lograr aumentar su producción. (Bermeo Almeida *et al.*, 2022).

Ecuador no cuenta con organismos coordinadores, sean gubernamentales o empresariales, que puedan recolectar y hacer uso de la información de los diferentes productores de aceite de palma a nivel nacional, por lo que la respuesta de los agricultores, así como su producción se realiza de forma individual; a diferencia de otros países que usan datos estadísticos para enfrentarse a posibles enfermedades, plagas,

hongos, pestes o cualquier tipo de afectación que pudiera sufrir la *Elaeis guineensis*. Por lo cual, esta diferencia (la existencia de un organismo coordinador) permite hacer una comparación de la afectación del análisis y uso de datos en el cultivo de la palma africana.

Es de resaltar que los países vecinos, al tener climas similares y proximidad geográfica, sus plantaciones podrían ser víctimas de los mismos males que afectan a las plantaciones ecuatorianas. Por lo cual, es útil realizar una comparación, ya que esto permitiría descartar factores naturales como clima, y enfermedades y evaluar la efectividad de una respuesta coordinada; es decir, al comparar la producción ecuatoriana con la producción de Colombia y Perú, permitirá saber no sólo las diferencias o similitudes, sino si en Ecuador se aplica un sistema correcto comparado con sus vecinos.

El tratamiento de los datos es descriptivo, y correlacional debido a que se analizan las relaciones que existen entre las variables, que en este caso es la producción de aceite de palma de Ecuador, Colombia y Perú, durante los últimos veinte años, para describir si existe o no correlación, con el fin de determinar si los países vecinos se ven afectados por la pudrición del cogollo u alguna otra plaga común que pudiera afectar la palma de aceite de la misma forma que el Ecuador; para lo cual se usan los programas Excel en su versión más reciente 2020 y Eviews 6.0 con el fin de realizar la correlación y la correlación regresiva de la producción de aceite de palma de estos tres países.

Variables de estudio: Para medir el efecto correlacional entre Ecuador, Colombia y Perú, se utilizó la tasa de crecimiento de la producción del aceite de Palma, al considerarse que, sin importar el tamaño de la producción, esta podría verse afectada porcentualmente en cuanto a sí misma con respecto a años anteriores cuando ocurre la pudrición del cogollo o cualquier otra variabilidad natural.

En Ecuador: La producción de aceite de palma en el Ecuador se da en las provincias costeras: Esmeraldas, Santo Domingo, Guayas, Los Ríos, Manabí, en la región sierra en: Cotopaxi y Bolívar, y de la zona oriental: Orellana y Sucumbíos. Las cuales poseen condiciones favorables para la producción de la planta que provee el aceite de palma. (Tapia-Toral & Alvarado-Espinoza, 2018).

En la provincia de Esmeraldas, frontera con la República de Colombia, se encuentran las plantaciones de palma más extensas del país. Ecuador tiene 200,908 hectáreas sembradas de palma, de las cuales 80,363 están en Esmeraldas, provincia que produce el 41 % del fruto de palma. Le siguen las provincias de Los Ríos (18.5 %) y Santo Domingo (9.9 %). (Borja, 2020).

La producción anual de palma en el Ecuador, en miles toneladas métricas desde el año 2000 hasta el 2021 según las proyecciones esperadas es la siguiente:

Tabla 1: Producción anual de aceite de palma en Ecuador

Año	Producción en miles de Toneladas Métricas
2000	222
2001	224
2002	239
2003	262
2004	282
2005	340
2006	352
2007	396
2008	418
2009	429
2010	380
2011	473
2012	539
2013	499
2014	484
2015	535
2016	587
2017	570
2018	557
2019	455
2020	465
2021	380
2022	470

Fuente: (United States Department of Agriculture, 2023)

Al observar la Tabla 1, se puede notar como la producción de aceite de palma, desde el año 2000 hasta la actualidad se ha multiplicado por 2.11, sin embargo, este incremento no se ha mantenido constante; pues presentaba un crecimiento sostenido hasta el año 2012, y desde entonces presenta continuas variaciones, lo que podría explicarse por fenómenos naturales, tales como enfermedades fúngicas (Terrero y otros, 2017). Pero ¿Estarán las instituciones ecuatorianas respondiendo de forma adecuada?

Organizaciones para la producción de palma en el Ecuador

En Ecuador, el Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP) se encarga de desarrollar nuevas tecnologías para el manejo integrado del cultivo de palma africana y el estudio de sus enfermedades y plagas, como la pudrición del cogollo (INIAP, 2021). Además, el INIAP se enfoca en el cuidado del medio ambiente, incluyendo el control biológico de plagas y enfermedades (INIAP, 2021). Por otro lado, la Asociación Ecuatoriana de extractoras de palma y sus derivados, Aexplama, es una organización que representa a las empresas que se dedican a la producción de

aceite de palma en Ecuador. Sin embargo, su censo no se ha actualizado desde 2017 (Buenaño, 2017). Sin embargo, ninguna de estas instituciones lleva datos en tiempo real, así como tampoco coordinan ni previene a los productores a nivel nacional de las enfermedades que afectan a otros productores dentro del mismo país, o en los países vecinos.

Tabla 2: Tasa de crecimiento anual en la producción de aceite de palma en el Ecuador

Año	Tasa de crecimiento
2000	-16.85%
2001	0.90%
2002	6.70%
2003	9.62%
2004	7.63%
2005	20.57%
2006	3.53%
2007	12.50%
2008	5.56%
2009	2.63%
2010	-11.42%
2011	24.47%
2012	13.95%
2013	-7.42%
2014	-3.01%
2015	10.54%
2016	9.72%
2017	-2.90%
2018	-3.31%
2019	-12.84%
2020	-8.64%
2021	-18.28%
2022	23.68%

Fuente: (United States Department of Agriculture, 2023)

Es decir, a pesar de que Ecuador es uno de los principales productores de palma africana en Suramérica, y de su importancia para el mercado nacional, este producto no cuenta con una institución del Estado que realice un seguimiento actualizado y coordine en tiempo real la lucha contra de las enfermedades que afectan las plantaciones, así como ayude a prevenirlas (Borja, 2020). No existe un registro nacional de productores de palma en Ecuador disponible en línea al cual se pueda acceder. (Potter M, 2011) ni siquiera, el SIPA cumple esta función, al tener su último boletín de 2021, siendo, para la fecha de escribir la presente, abril de 2023 (SIPA, 2023)

La producción de aceite de palma en Ecuador ha pasado de 222 mil toneladas métricas en el año 2000 a 540mil toneladas

métricas en 2020, pero que decayó en 2021 a 380mil, y en 2022 lucha por recuperarse con 470mil toneladas métricas. (United States Department of Agriculture, 2023).

Colombia: Colombia es el cuarto productor de aceite de palma del mundo y el primero de América. La palma se encuentra en cuatro zonas de Colombia: Norte, Oriental, Central y Suroccidente, que abarcan 122 municipios y 19 departamentos en toda la nación. En 2019 se habían identificado 516,961 hectáreas sembradas, 430,884 hectáreas de producción y 86.077 hectáreas de desarrollo, ubicados en la región Caribe, Catatumbo, Santander, Orinoquia, Andes centro y Tumaco (Sierra Soto, 2019).

Tabla 3: Producción anual de aceite de palma en Colombia

Año	Producción en miles de toneladas métricas
2000	520
2001	544
2002	525
2003	525
2004	630
2005	660
2006	714
2007	733
2008	778
2009	805
2010	753
2011	945
2012	974
2013	1041
2014	1110
2015	1275
2016	1146
2017	1627
2018	1631
2019	1529
2020	1559
2021	1747
2022	1768

Fuente: (United States Department of Agriculture, 2023)

En el año 2000, la producción de aceite de palma en Colombia se ubicaba en 520 toneladas métricas y para el año 2020 alcanzó las 1559 toneladas, y se estima que para el 2022 se ubicó en 1768, triplicando su producción en un periodo de 20 años. En la Tabla 3 se puede observar que, a diferencia de Ecuador, Colombia no presentó una caída en la producción de aceite de palma en el año 2012, sino en el año 2016, y a pesar

de ser más leve esta se volvió a repetir en 2019 y 2020, pero desapareció para 2022.

Organizaciones para la producción de palma en Colombia:

El Instituto Colombiano Agropecuario realiza actividades de registro, seguimiento y asesoría a través del instituto Fedepalma, así como inspección vigilancia y control en cultivo de palma, en plagas y enfermedades. Para la obtención de datos incluso se han usado drones para crear ortofotomosaicos y modelos digitales de elevación, e incluso se ha planteado usar estas tecnologías con fines ambientales (Calderón Aragón y otros, 2022).

Los datos recolectados en inspecciones y rutas de permiten por medio de análisis de datos identificar la ausencia, presencia, así como la distribución de cada una de estas enfermedades y/o plagas dentro de los cultivos, y se coordinan actividades que permiten detener a tiempo su avance, lo cual permite a los agricultores proteger sus plantaciones o de cosecharlas (separarlas del suelo) antes de que se vean afectadas. (Fedepalma, 2021).

Perú: La superficie total de producción de palma africana o palma aceitera en Perú se extiende por aproximadamente 90.000 hectáreas. Las principales zonas de producción de palma aceitera se encuentran en los departamentos de Loreto, San Martín, Huánuco y Ucayali. San Martín y Loreto se encuentran al norte del Perú siendo esta última frontera con Ecuador y Colombia (Minagri, 2016) por lo cual, en teoría, la producción de palma en Perú debería guardar correlación con Ecuador o Colombia, si sólo se vieran afectadas por el clima y/o enfermedades.

La producción de aceite de palma en el Perú ha pasado de 28 toneladas métricas en el año 2000 a 190 en el 2020, y se produjeron un total de 278 toneladas métricas para el 2022, es decir se ha multiplicado diez veces mientras que en el mismo periodo de tiempo Ecuador solamente ha logrado duplicarla y Colombia ha triplicado su producción. Al mismo tiempo la producción de aceite de palma en Perú no ha decrecido en algún momento, sino que ha aumentado su ritmo.

Organizaciones para la producción de palma en Perú:

En el Perú no hay un registro público de productores de palma, sin embargo, el Ministerio de Agricultura (Minagri) ha desarrollado un plan nacional para el desarrollo de la palma, denominado: Plan Nacional de Desarrollo Sostenible de la Palma Aceitera en Perú (2016-2025) (Minagri, 2016). Lo cual ha permitido que la producción de aceite de palma se desarrolle de forma acelerada en Perú, y evitar grandes pérdidas a sus productores.

Tabla 4: Producción anual de aceite de palma en Perú

Año	Producción en miles de toneladas métricas
2000	28
2001	35
2002	30
2003	36
2004	42
2005	40
2006	47
2007	48
2008	53
2009	54
2010	58
2011	72
2012	104
2013	113
2014	124
2015	137
2016	147
2017	170
2018	184
2019	183
2020	187
2021	243
2022	278

Materiales y métodos

Fuente de información: Para obtener la producción anual de aceite de palma de los diferentes países comparados, se usó como única fuente de información los datos totalizados por el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos de América, a través de la página web: indexmundi.com y que puede ser utilizada para futuras investigaciones sobre el aceite de palma y otros cultivos. Los datos se encuentran actualizados hasta mayo de 2023.

Métodos de análisis de datos: La correlación regresiva y la correlación lineal son dos técnicas estadísticas que se utilizan para analizar la relación entre dos o más variables. La correlación lineal es una medida de regresión que se utiliza para establecer una relación lineal entre dos variables. El resultado puede variar en el intervalo [-1, +1], donde un valor cercano a 1 indica una correlación positiva fuerte, un valor cercano a -1 indica una correlación negativa fuerte y un valor cercano a 0 indica una correlación débil o nula (Mendivelso, 2022). Mientras que la correlación regresiva es un proceso o modelo que analiza el vínculo entre una variable dependiente

y una o varias variables independientes. (López y otros, 2021)

Eviews 6.0.: Para el procesamiento, análisis de datos y elaboración de tablas se usó el Eviews 6.0; el cual es un software estadístico utilizado para el análisis econométrico y la investigación en diferentes campos, como la economía, las finanzas y la sociología. Permite a los usuarios realizar análisis de series de tiempo, modelos econométricos, análisis de datos de panel y análisis de datos de encuestas, entre otros. (Reyes Robles y otros, 2018).

Resultados

Correlación entre la producción de países: Al usarse la función de correlación para medir la misma entre la producción porcentual entre Colombia y Ecuador, se encontró un valor de 0.175, lo cual no es significativo desde el punto de vista estadístico. La correlación de la producción de aceite de palma entre Perú y Ecuador fue negativa: -.0465, es decir que cuando la producción aumenta en Perú disminuye en Ecuador. La correlación de la producción entre Colombia y Perú fue de 0.288, que no es lo suficientemente elevada como para representar un valor estadístico significativo.

En cuanto a la correlación regresiva, para descartar que las plantaciones de aceite de palma en los diferentes países sufrieran las mismas enfermedades, sólo que no dentro de los mismos periodos de tiempo, se obtuvieron los resultados presentados en la Figura 1.

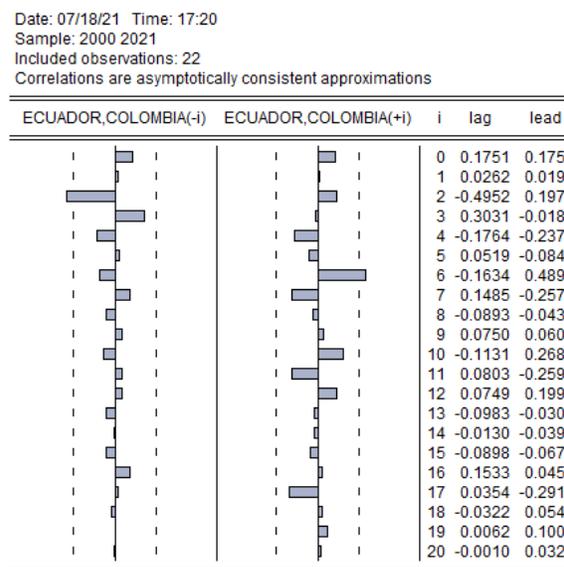


Figura 1. Correlación regresiva entre Ecuador y Colombia

La Figura 1 indica que sólo el segundo periodo presenta un valor estadístico significativo de 0.49, pero en general no existe correlación entre la producción de aceite de palma entre Ecuador y Colombia. El análisis de correlación regresiva entre Perú y Ecuador, se obtuvieron los resultados presentados en la Figura 2.

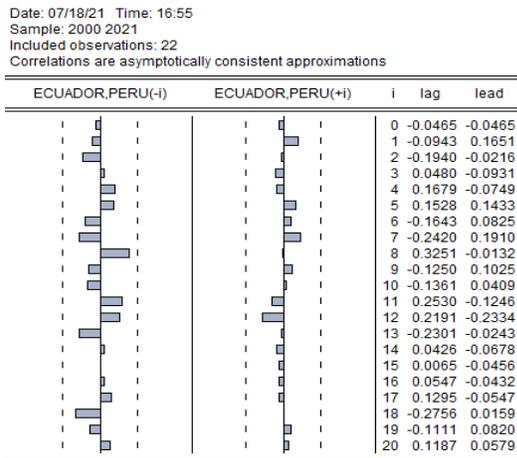


Figura 2: Correlación regresiva entre Ecuador y Perú

La Figura 2, indica que entre Perú y Ecuador tampoco existe correlación regresiva. En conclusión, no se encontró ningún valor estadístico significativo, lo que indica que no existe correlación entre la producción de aceite de palma en Ecuador y sus vecinos: Perú y Colombia, y que incluso existe una pequeña correlación entre estos dos, la cual no es significativa de forma estadística.

Discusión

En investigaciones anteriores relacionadas, tales como en Mentsiev y Gatina (2021) se mostró como el análisis de datos puede ser utilizado en la agricultura para mejorar la producción, sostenibilidad, bienestar animal, vigilancia sanitaria y huella ambiental. Entre las técnicas que pueden utilizarse para esto, el paper mencionado incluyó el IoT, aprendizaje automático, minería de datos, entre otros. El internet de las cosas (IoT) se ha planteado como herramienta para garantizar la seguridad alimentaria, ya que en conjunto con el análisis de datos tienen un enorme potencial para los problemas agrícolas, tales como el del aceite de palma. El IoT permite la conexión de dispositivos y sensores en tiempo real, lo que permitiría monitorear y controlar diversos aspectos del proceso agrícola, como la calidad del suelo, la humedad, la temperatura y el estado del cultivo. (Mentsiev y Gatina, 2021)

En otra investigación, realizada por Morota y otros (2018), se analizaron técnicas de análisis de datos para la agricultura, tales como la minería de datos y el machine learning (ML) o aprendizaje automático, los cuales pueden ser fundamentales para superar desafíos tales como el aprovechamiento de la información generado por plataformas automatizadas, incluidas imágenes digitales, datos de sensores y sonidos, sistemas no tripulados e información obtenida de la visión por computadora no invasiva en tiempo real, en la agricultura global. Sin embargo, su potencial no ha sido suficientemente reconocido en la comunidad del agrícola. (Morota y otros, 2018).

Conclusiones

No existe una correlación entre la producción de aceite de palma entre los países analizados. Es decir, la producción de aceite de palma de Perú y Colombia no se ha visto afectada al mismo tiempo ni de formas similares que la de Ecuador, lo cual no implicaría que Colombia y Perú estén exentos de enfermedades de la palma, sino que los países analizados responden de forma diferente a los hongos, plagas y/o enfermedades que afectan a la palma africana.

Los planes nacionales aplicados en Colombia y Perú podrían explicar porque la producción de otros países ha aumentado más que la de Ecuador, la cual, en los últimos 20 años apenas ha logrado duplicarse mientras que en Colombia se ha triplicado y en Perú se ha multiplicado por diez.

Las organizaciones centralizadas en conjunto al uso de la tecnología de datos, tales como el machine learning (ML) en conjunto con el internet de las cosas (IoT) permitirían que Ecuador avance a un mayor ritmo en su producción de aceite de palma o cualquier otro rubro.

Referencias bibliográficas

Anda Ugarte, J., Armesto, A. P., Callejero, C., Carvajo, I., Chaves, D., Escobedo, C., . . . Sagarna, J. (2019). Digitalización y big data en los sectores agroalimentario y forestal y el medio rural el reto de la sostenibilidad, mejora productiva y logística. *Navarra agraria*(294), 9-14.

- Bermeo Almeida, O. X., Bazán Vera, W. D., & Guevara Arias, V.-I. (2022). Big Data en la predicción meteorológica para cultivos. *Alfa revista de investigación en ciencias agronomicas y veterinarias*, 6(16), 33–47. <https://doi.org/https://doi.org/10.33996/revistaalfa.v6i16.148>
- Borja, S. (14 de septiembre de 2020). *Ecuador: nueva ley de palma promueve la producción de aceite pero deja inconforme al sector ambiental*. mongabay.com: <https://es.mongabay.com/2020/09/ley-de-palma-en-ecuador-promueve-aceite-genera-temor-en-comunidades/>
- Bronson, K., & Knezevic, I. (2016). Big Data in food and agriculture. *Sage Journals*, 1-5.
- Buenaño, L. F. (10 de mayo de 2017). *Censo Palmero 2017*. Aexpalma: <https://aexpalma.com/censo-palmero-2017/>
- Calderón Aragón, G., Cubillos Rodríguez, J. P., & Delgado Niño, P. (2022). Uso de los vehículos aéreos no tripulados (drones) para el levantamiento de información primaria en los estudios ambientales por parte de las consultoras ambientales. *Revista Avances en investigación de ingeniería*, 19(1), 1-11.
- El Universo. (1 de julio de 2019). *La producción local de aceite de palma empieza a caer en Ecuador*. www.eluniverso.com: <https://www.eluniverso.com/noticias/2019/07/01/nota/7400379/produccion-local-aceite-palma-empieza-caer/#:~:text=La%20producci%C3%B3n%20local%20de%20aceite%20de%20palma%20en%202017%20fue,pa%C3%ADs%20es%20de%20240.000%20toneladas.>
- Fedepalma. (18 de julio de 2021). *Quiénes somos*. Fedepalma.com: <https://web.fedepalma.org/node/220>
- Flores Kanter, P. E. (2019). Núcleo básico en el análisis de datos cualitativos: pasos, técnicas de identificación de temas y formas de presentación de resultados. *Revista de psicología y ciencias afines*, 36(2), 203-215.
- INIAP. (18 de julio de 2021). *Palma Africana*. <http://www.iniap.gob.ec/>: <http://www.iniap.gob.ec/pruebav3/palma-africana/>
- López, L., Marulanda, C. E., & Salinas, J. (2021). Modelo para el análisis de la estrategia de operaciones de las empresas exportadoras del sector metalmeccánico del triángulo del café de Colombia. *Información Tecnológica*, 32(6), 45-52. <https://doi.org/> <https://doi.org/10.26507/ponencia.1787>
- Mendivelso, F. (2022). Prueba no paramétrica de correlación de Spearman. *Revista Médica Sanitas*, 24(1), 42-45. <https://doi.org/https://doi.org/10.26852/01234250.578>
- Mentsiev, A., & Gatina, F. (2021). Internet of things and data analysis in agriculture. *Earth Environ. Sci*, 677, 1-5. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/677/3/032099>
- Minagri. (2016). *Plan Nacional de Desarrollo Sostenible de la Palma Aceitera en Perú (2016-2025)*. Lima: Ministerio de Agricultura y Riego.
- Morota, G., Ventura, R., Silva, F., Koyama, M., & Fernando, S. C. (2018). Machine learning and data mining advance predictive big data analysis in precision animal agriculture. *Journal of Animal Science*, 96(4), 1540–1550. <https://doi.org/https://doi.org/10.1093/jas/sky014>
- Potter M, L. (2011). La industria del aceite de palma en Ecuador: ¿un buen negocio para los pequeños agricultores?1. *Eutopia*(2), 39-54.
- Reyes Robles, A., Gaona Montiel, F. G., & Mendoza Pérez, J. (2018). Uso de softwares estadísticos/económicos, como herramientas en la investigación económica y administrativa. *Tiempo Económico*, 13(38), 49-65.
- Sierra Soto, N. P. (2019). *EXPORTACIÓN DE ACEITE DE PALMA Y SUS DERIVADOS*. Bogotá: Universidad Cooperativa de Colombia.
- SIPA. (16 de abril de 2023). *Boletín situacional de palma aceitera 2021*. <http://sipa.agricultura.gob.ec/>: <http://sipa.agricultura.gob.ec/index.php/situacionales-agricolas/situacional-palma-aceitera>
- Tapia-Toral, M. C., & Alvarado-Espinoza, F. G. (2018). Análisis correlacional entre la producción del aceite de palma, sus exportaciones y su contribución al PIB agrícola durante el período 2010 - 2017. *Dominio de las ciencias*, 270-283.
- Terrero, P., Peñaherrera, S., Vera, D., Navarrete, B., & Herrera, M. (2017). PROSPECCIÓN DE ENFERMEDADES FÚNGICAS EN PLANTACIONES DE PALMA ACEITERA EN LA PROVINCIA DE LOS RÍOS. *Revista Científica Ecuador es Calidad*, 4(2), 21-25.
- United States Department of Agriculture. (25 de abril de 2023). *Colombia Palm Oil Production Annual Growth Rate*. Indexmundi: <https://www.indexmundi.com/agriculture/?country=co&commodity=palm-oil&graph=production-growth-rate>
- United States Department of Agriculture. (25 de abril de 2023). *Ecuador Palm Oil Production Annual Growth Rate*. IndexMundi: <https://www.indexmundi.com/agriculture/?country=ec&commodity=palm-oil&graph=production-growth-rate>
- USDA. (15 de julio de 2021). *Palm Oil Explorer*. United States Department of Agriculture: <https://ipad.fas.usda.gov/cropexplorer/cropview/commodityView.aspx?cropid=4243000>
- Vargas Rojas, L. F., & Bucheli Guerrero, V. A. (2020). Arquitectura para el análisis de datos agronómicos en un ambiente de Big Data. *Investigación e Innovación en Ingenierías*, 8(2), 233-250. <https://doi.org/10.17081/invinno.8.2.4211>
- Zambrano-Marcillo, S. M., Ortega Cedillo, D. S., Navarrete-Párraga, M. E., Romero-Pizarro, M. A., Quiala-Mendoza, E. W., & Zambrano-Sabando, R. (2022). Efecto de ácido salicílico, ácido β aminobutírico, periodos de

calentamiento e imbibición sobre la germinación de la semilla de palma aceitera (*Elaeis guineensis* Jacq.) en Ecuador. *Ciencia y tecnología agropecuaria*, 23(2), 1-17. https://doi.org/https://doi.org/10.21930/rcta.vol23_num2_art:2001

